Ilustración Alberto Otamendi

Todo tiene un final

La muerte del universo

Todo termina. Un dolor de estómago, una película, una pareja estable, la vida humana, la naturaleza, la Tierra, el Sol, la galaxia y hasta el cosmos mismo tendrán un final. Sólo es cuestión de tiempo. Basta con comprender que aun el final del universo llegará algún día para hacer carne este axioma en toda su dimensión. Incluso todo el conocimiento acumulado hasta el momento y el que falta acumular no serán siquiera un chispazo en la oscuridad del todo.

Por Mariano Ribas

Algún día, el universo se apagará: ya no habrá elegantes y resplandecientes galaxias, ni ardientes estrellas. Ni siquiera modestos planetas como la Tierra o delicados cometas a la deriva. No quedará nada, salvo puro espacio, inimaginablemente oscuro y helado. Por entonces, las agujas del reloj cósmico marcarán cifras imposibles, tan grandes que no existen palabras para nombrarlas: frente a ellas, los 15 mil millones de años de edad que hoy tiene el cosmos, parecerían un gota en el mar del tiempo.

Este escenario, infinitamente tétrico y distante, poco tiene que ver con el presente. Sin embargo, y aunque parezca increíble, los astrónomos piensan que el universo recién está dando sus primeros pasos a la existencia. Y que todo lo que existe, incluso el espacio mismo, irá cambiando con el transcurrir de los billones, trillones y cuatrillones de años. Así, y luego de una metamorfosis progresiva, pero pavorosamente lenta, llegará un momento en el cual todo el universo actual será apenas un recuerdo, breve y distante.

¿Adónde va el cosmos?

La teoría del Big Bang es la que mejor explica el comportamiento del universo actual. Apoyándose en ella, y calculando su tamaño y velocidad de expansión, los astrónomos piensan que el gran estallido que dio comienzo a todo ocurrió en algún momento hace de 10 a 15 mil millones de años. Desde entonces, el cosmos no ha hecho otra cosa que crecer y crecer, ampliando sus fronteras segundo a segundo. Tanto, que cuando usted termine de leer este artículo, el universo será considerablemente más grande que cuando se detuvo en el título de tapa de este **Futuro**.

Pero claro, uno inmediatamente se pregunta hasta dónde llegará el universo, y cuánto tiempo más continuará inflándose como un globo descomunal. Y para encontrar la respuesta a ambas preguntas, hace falta saber cuánta materia contiene, un datito bastante caprichoso que viene gambeteando a los astrónomos con notable destreza. El asunto es sencillo: esa masa total es la que determinará el destino final del universo. Nada menos.

Aquí se abre una llave de tres patas en torno a un valor crítico (conocido como "Omega cero"): si la cantidad de materia es inferior a ese límite, el universo continuará creciendo lo más campante, y por siempre. Si es igual, el resultado será un universo aún en expansión, pero a un ritmo paulatinamente decreciente. Sin embargo, esa desaceleración nunca llegaría hasta el frenado total. Finalmente, si la densidad de la materia supera el umbral crucial, el universo seguirá hinchándose hasta cierto punto. Pero luego, la gravedad frenaría a la máquina cósmica, que inmediatamente pondría la palanca en marcha atrás: todo el universo comenzaría a contraerse, hasta terminar en un Big Crunch, un colapso total que culminaría en un punto infinitamente pequeño, denso y caliente, como al principio.

Estas tres posibles evoluciones son las que definen los tres modelos teóricos que hoy baraja la astronomía: un universo "abierto", uno "chato" y otro "cerrado". Y



Economistas, ingenieros, físicos, matemáticos

- Los economistas saben que sus ecuaciones y la realidad no tienen nada que ver.
- Los ingenieros creen que sus ecuaciones son el reflejo de la realidad.
- Los físicos creen que la realidad es un reflejo de sus ecuaciones.
- A los matemáticos, que estudian esas ecuaciones, el problema no los preocupa en lo más mínimo.

Enviado por Georg Cantor a futuro@pagina12.com.ar



Sábado 5 de setiembre de 1998

Enfermedades en su escritorio

Oficinopatías: Vida y muerte en un lugar cerrado

Por Sonia Lía Santoro

Pág. 2

Oficinopatías

Por Sonia Lía Santoro *

Al hablar de contaminación es muy común pensar en los residuos tóxicos que emanan las grandes plantas industriales. Estudios que se vienen realizando desde los 80 en EE.UU. demostraron que hay mayor probabilidad de contacto con contaminantes peligrosos en lugares considerados inocuos como la casa, la oficina y los medios de transporte, que en fuentes consideradas peligrosas por la normativa ambiental, como fábricas, cementeras y altos hornos.

Esto se debe, en parte, a que una persona que vive en la ciudad pasa más del 90 por ciento de su tiempo en lugares cerrados y tiene mayor tiempo de exposición a las sustancias que allí habitan. (Ver tabla.)

La Argentina no es una excepción al respecto. Aquí las principales fuentes contaminantes en microclimas –espacios cubiertos– son: el humo del tabaco, los materiales de construcción y decoración, los alfombrados, los insecticidas, los gases de combustión y el polvo.

Según Carlos A. Gotelli, director del Centro de Investigaciones Toxicológicas, esta contaminación implica un disconfort, "un conjunto de síntomas totalmente inespecíficos que dan como resultado general una alteración en el estado de confort y una disminución de la calidad de vida." Algunos de esos síntomas son: sensación de malestar, ardor de ojos, mareos, cefaleas, decaimiento, irritabilidad.

Distribución promedio del tiempo semanal de un habitante urbano

Ambientes	Horas semanales	Porcentaje
Hogar	84 hs.	50%
Trabajo	45 hs.	27%
Otros interiores	16 hs.	9,5%
Viajes	12 hs.	7%
Aire libre	11 hs.	6,5%



El cigarrillo a la cabeza

De todas formas, tanto los investigadores norteamericanos como los argentinos coinciden en que el riesgo mayor lo representa el humo del cigarrillo, ya que tiene componentes cancerígenos. El doctor Gotelli explica que la combustión total de un solo cigarrillo genera, entre otras sustancias, tres componentes cancerígenos: alquitrán, entre 10 y 40 miligramos; dimetilnitrosamina, entre 10 y 70 microgramos; y Benzo Pireno, entre 20 y 40 microgramos (un microgramo es la milésima parte de un miligramo). De los cuales el 50 por ciento es retenido por el fumador y un 30 por ciento, por el fumador pasivo.

Por otra parte, un factor que se cobra vidas, principalmente en los inviernos, es la combustión incompleta emanada por estufas a kerosene, a leña e inclusive a gas, fundamentalmente en lugares sin ventilación.

El polvo es también un importante contaminante. En un trabajo realizado en Riverside, California, los niveles de partículas de 10 micrómetros (que pueden penetrar en los pulmones), observados a partir de las actividades de una persona en el hogar durante un día, superaron en un 60 por ciento lo esperado, según muestras de niveles de partículas realizadas con anterioridad en el ambiente.

Presente en todo microclima, el polvo encierra partículas invisibles pero nocivas, que se dividen en orgánicas e inorgánicas. El polvo orgánico está formado por restos vegetales y también por *aerosoles biógenos*, es decir, microorganismos que dan origen a patologías, generalmente bronquiales. El polvo inorgánico está formado por la tierra, la arena, etc. Además, hay elementos de alto riesgo que diariamente son usados sin discreción para la construcción o renovación de casas y para la extinción de insectos. Estos son los compuestos orgánicos volátiles y el formaldehído, que se encuentran en adhesivos, plastificantes, revestimientos, alfombras, pinturas, decorados. Y los pesticidas.

La ecología en casa

Frente al planteo de este cúmulo de contaminantes domésticos, cabe preguntarse por una solución, ya que no es posible prohibir sustancias esenciales para la vida actual, como son los materiales de construcción, la calefacción o los insecticidas –un sitio aparte merece el humo del tabaco, fumar en lugares cerrados ya ha sido prohibido en muchos países–.

Por esa razón, es importante señalar que la exposición a sustancias contaminantes puede reducirse con sólo hacer modificaciones en la rutina diaria. Gotelli recomienda una buena ventilación de los ambientes para contrarrestar los efectos de los gases de combustión, solventes y materiales de construcción.

En cuanto a los pesticidas, si bien hay diferencias de criterio entre los especialistas, seguir las indicaciones del fabricante es el cuidado mínimo que se recomienda. El polvo debe ser removido con trapos húmedos o aspiradora, no con plumeros, que lo único que hacen es transportarlo de un lugar a otro. Además, hay que asegurar una limpieza constante de los filtros de los aire acondicionados porque retienen microorganismos y los diseminan en el ambiente.

Por último, según estudios de especialistas norteamericanos, una mayor información sobre las sustancias contaminantes y las fuentes aparentemente inocuas que las producen permitiría una toma de conciencia sobre el tema. Sin embargo, cabe dudar, al fin y al cabo los miles de paquetes que se venden a diario llevan una frase acerca de su riesgo que no parece amedrentar mucho a los fumadores de este país, que no sólo fuman en lugares abiertos.

** Nota elaborada en la cátedra de Periodismo Científico de la Facultad de Ciencias. Sociales (UBA).*

La muerte del universo





si bien es cierto que nadie tiene la bola de cristal, la mayoría de los astrónomos ya se están jugando unos cuantos boletitos al gran favorito.

Expansión eterna, tiempo infinito

Y el Oscar va para... el universo abierto. Las ultimas observaciones (que toman en cuenta distintas variables, como por ejemplo la luminosidad de las más lejanas supernovas) y los más flamantes modelos teóricos, refuerzan la sospecha de los últimos años: el universo no tiene, ni por asomo, la cantidad de materia suficiente como para frenarlo. O dicho de otra manera: la gravedad no le alcanzará para evitar la expansión eterna. En consecuencia, el espacio y el tiempo crecerán de la mano, infinitamente.

Con todo el tiempo del mundo a su disposición, el universo irá evolucionando tranquilamente, pasando por distintas etapas, como la actual, caracterizada por una rebosante población de decenas de miles de millones de galaxias, islas cósmicas que desbordan de estrellas de todas las clases y tamaños, muchas de ellas, seguramente, acompañadas por fieles planetas, como la Tierra, Marte o Saturno. Y como toda etapa, ésta alguna vez terminará: los astrónomos piensan que este universo, al menos tal como hoy lo conocemos, morirá algún día.

La agonía del Sistema Solar

El Sol dejará de brillar en algún momento. Los actuales modelos sobre la evolución estelar indican que dentro de 6 o 7 mil millones de años nuestra estrella habrá agotado todas las reservas de hidrógeno de su ardiente corazón. Y que a partir de entonces, irá convirtiéndose en una gigante roja: mientras su núcleo comienza a quemar helio, sus capas externas comenzarán a enfriarse, y a alejarse del centro. Así, se hinchará progresivamente, abarcando la órbita de Mercurio, luego la de Venus y, finalmente, la de la Tierra, que desde mucho tiempo antes será un lugar completamente estéril. Y claro, si aún existe la humanidad, ya habrá hecho las valijas, mudándose quién sabe adónde.

Marte y los demás planetas exteriores se salvarán del incendio, pero de todos modos quedarán condenados al frío y a la oscuridad eterna. Unos cientos de millones de años más tarde, todo lo que quedará del Sol será una enana blanca, un cuerpo del tamaño de nuestro planeta, pero muchísimo más denso, que irá enfriándose poco a poco. Y a su alrededor, una colosal cáscara de gas flotando a la deriva. Así, la otrora alegre y pasablemente ordenada comparsa del Sistema Solar quedará convertida en un fugaz cuadro dentro de la película cósmica.

Vidas estelares

Si el Sol muere, es lógico preguntarse qué les pasará a todas las demás estrellas. El repertorio de finales estelares es muy variado, pero de una u otra manera, y después de vidas más largas o más cortas, todas las estrellas se apagan. Contrariamente a lo que podría pensarse, las estrellas más grandes son las que menos viven: sus corazones queman hidrógeno a un ritmo arrollador, convirtiéndose en supergigantes rojas en apenas unos millones de años. Luego, pasarán por etapas sucesivas (y breves) hasta terminar como supernovas o agujeros negros. Así, dentro de decenas de millones de años, todas las estrellas gigantes que hoy existen habrán muerto. Muy distinta es la historia de las estrellas similares o más chicas que el Sol, que son la inmensa mayoría. Todas ellas continuarán viviendo durante los próximos miles de millones de años, mientras queman su hidrógeno a una velocidad muchísimo más moderada. Y luego, terminarán como nuestra estrella, convertidas en enanas blancas, que irán enfriándose lentamente.

Si el Sol muere, es lógico preguntarse qué les pasará a todas las demás estrellas. El repertorio de finales estelares es muy variado y después de vidas más largas o más cortas, todas las estrellas se apagan.

Dentro del rubro estrellas modestas, se encuentran las estrellas más abundantes y longevas del universo: las enanas rojas. Tienen entre un décimo y la mitad de la masa solar, pero son tantas que su masa combinada supera ampliamente a la de todas las demás estrellas. Como las enanas rojas son relativamente chicas, su presión interna es mucho menor que la de las demás estrellas. Y por lo tanto, convierten su hidrógeno en helio a un ritmo de cuentagotas: desde el punto de vista luminoso y energético, son verdaderas tacañas. Así, administrando su combustible nuclear de forma ultraconservadora, las enanas rojas pueden vivir muchísimo: dentro de cientos de miles de millones de años (decenas de veces la edad actual del universo) seguirán vivitas y coleando, mientras las demás estrellas de hoy en día hará rato que serán historia.

Nuevas generaciones

Pero nada es para siempre: cuando por fin agoten toda su provisión de hidrógeno, hasta las más modestas enanas rojas de hoy en día terminarán sus vidas como enanas blancas de helio de baja masa. Eso será dentro de

Image Bank



unos 10 billones de años. Serán las últimas sobrevivientes del universo actual.

De todos modos, esto no quiere decir que para entonces el cosmos sólo esté poblado de agonizantes enanas rojas: en el camino, habrá sucesivas generaciones de otras estrellas (de todo tipo), que irán gestándose a partir de las grandes nubes de hidrógeno que flotan en las galaxias y de los restos gaseosos arrojados al espacio por sus antecesoras. Estrellas nuevas, sistemas planetarios nuevos, y muy posiblemente, formas de vida nuevas, que también tratarán de entender a su universo.

Aparecen las "mega-galaxias"

A medida que el universo vaya soplando velitas, continuará con su eterna expansión: cuando tenga un billón de años, será tan grande que dejaría en ridículo a su versión actual. Por entonces, comenzarán a hacer su aparición las mega-galaxias, una especie completamente desconocida hoy en día. Estas criaturas no son un simple delirio teórico, sino más bien la lógica consecuencia de lo que los astrónomos vienen constatando desde hace rato: los choques y fusiones entre las galaxias. Así por ejemplo, dentro de "apenas" 6 mil millones de años, la Vía Láctea tendrá un encuentro muy cereano con Andrómeda, su colosal vecina. Y es muy probable que, tarde o temprano, ambas terminen fusionadas. Progresivamente, y fuerza de gravedad mediante, todos los cúmulos de galaxias irán convirtiéndose en megagalaxias, agrupaciones amorfas y descomunales que modificarán notablemente el paisaje cósmico de los próximos billones de años.

Un universo a oscuras

El ciclo de formación, vida y muerte de las estrellas no puede ser eterno. Las galaxias (o mega-galaxias) sólo podrán generar nuevas estrellas siempre y cuando cuenten con suficientes cantidades de hidrógeno. Pero esas reservas se agotarán cuando el universo tenga cerca de 100 billones de años: entonces, ya no nacerán más estrellas hechas con materia "fresca" (hidrógeno). Y sólo se encenderán aquellas formadas a partir de gases reciclados (como el helio y el oxígeno), los restos de sus antecesoras. Sin embargo, el reciclado estelar tampoco puede ser eterno, porque cuando las concentraciones de gases como el oxígeno se hagan lo suficientemente significativas, ya no podrá encenderse ninguna estrella como la gente. Así, y de a poco, las mega-galaxias irán quedando superpobladas de restos estelares de toda calaña (enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros). En estas súper-islas agonizantes vivirá la última generación de estrellas, que finalmente se apagará. Por entonces, el universo tendrá 10 mil veces su edad actual: inimaginablemente inmenso, profundamente oscuro, pavorosamente frío y conmovedoramente desolado.

Con el correr de los billones de años, las galaxias moribundas comenzarán a desarmarse y dentro de ellas todos los sistemas planetarios. Ese desparramo general llenará el antiguamente vacío espacio intergaláctico.

Los últimos latidos

Después de esta primera muerte, vendrá una etapa de decadencia, gradual y constante. Será tan larga que, en comparación, toda la vida anterior del universo (cien billones de años, o 10^{14}) quedaría reducida a un suspiro. Con el correr de los billones de años, las galaxias moribundas comenzarán a desarmarse y dentro de ellas todos los sistemas planetarios. Ese desparramo general llenará el antiguamente vacío espacio intergaláctico. Y en medio de ese desorden, podrían ocurrir fenómenos aislados, fortuitos y fugaces, como por ejemplo estallidos de supernovas provocados por el choque de dos enanas blancas. Serían los únicos chispazos de luz que interrumpirían la oscuridad eterna.

Las últimas estimaciones que manejan los astrónomos indican que el proceso de desintegración de las galaxias habrá finalizado cuando el universo tenga más o menos 100 trillones de años (10^{20}). Y por entonces, casi todos los objetos estarán ampliamente desparramados, muertos y fríos, flotando en un espacio que seguirá creciendo por siempre. Casi todos, porque todavía quedarán los agujeros negros, los restos supermasivos y oscuros de extintas estrellas gigantes. Durante eones, estas bestias gravitatorias seguirán devorando toda la materia que esté a su alcance, vaciando gradualmente al espacio.

Epílogo: final abierto

Pero a los agujeros negros también les llegará su hora. Los agujeros negros más chicos se evaporarán cuando el reloj cósmico marque 10^{65} años, y los medianos (con masas equivalentes a un millón de estrellas) habrán desaparecido cuando el universo tenga 10^{83} años. Finalmente morirán los agujeros negros gigantes, aquellos tan masivos como una galaxia entera: eso ocurrirá cuando la edad del cosmos ronde los 10^{100} años. Por entonces, ya sin ningún tipo de actividad, el universo sólo será pura inmensidad en expansión. Y en ese estado, aunque es un poco arbitrario precisarlo, ya puede hablarse de una muerte más definitiva.

Este panorama sobre el futuro del universo es el que puede visualizarse desde el lugar donde hoy está parada la astronomía. Nadie puede estar seguro de su certeza, pero se apoya en las evidencias más nuevas y confiables, en observaciones meticulosas y en larguísimos análisis teóricos y matemáticos.

La imagen que brota es sin duda inquietante: un universo que se expandirá por siempre, con tiempo infinito, pero en el cual todo lo que hoy conocemos dejará de existir. Eterno y mortal al mismo tiempo. Paradójico y desconcertante. Y tal vez, inevitablemente destinado a borrar toda huella de existencia, sentido y conciencia.

Datos útiles

Supertelescopio japonés

SKY & TELESCOPE Los japoneses también quieren un supertelescopio y, por lo visto, casi lo tienen: el Observatorio Astronómico Nacional de Japón acaba de anunciar que ya está listo el gigantesco espejo que utilizará el Telescopio Subaru, un gigante que se instalará en la cima del monte Mauna Kea, en Hawaii. La colosal pieza óptica mide 8,3 metros, tiene un espesor de veinte centímetros, y pesa la friolera de 23 toneladas. Las distintas pruebas a las que ha sido sometido el espejo demuestran una típica perfección japonesa más que envidiable: los errores en su pulido son menores a los 12 nanómetros (12 millonésimas de milímetros). Ahora, el enorme disco de vidrio se encuentra en Pittsburg, Pennsylvania, pero en las próximas semanas será trasladado hasta Hawaii. Si todo marcha como está previsto, el Telescopio Subaru se inaugurará dentro de unos meses, y comenzará a explorar el universo (en luz visible e infrarroja) a partir de enero de 1999.

Un tapón muy especial

NewScientist La imaginación comercial de algunos da para cualquier cosa: muy pronto, una compañía británica lanzará a la venta un tapón para bañaderas que "avisa" cuándo la temperatura del agua es la ideal como para meterse. A simple vista, el flamante chiche, diseñado por la Advanced Design Engineering de Londres, no parece nada del otro mundo. Sin embargo, está especialmente concebido para evitar sorpresas desagradables a la hora de tomar un baño de inmersión: el taponcito inglés lleva incrustadas unas ventanitas de cristal líquido que actúan como señales indicadoras. Así, cuando el agua de la bañadera está muy caliente, se pone rojo, y cuando esta muy fría, se pone azul. Ahora bien, cuando el tapón térmico considera que el agua esta bien a punto, se lo anuncia al bañista mediante un simpático color verde claro. Evidentemente, estamos en presencia de una genial y revolucionaria creación de la mente humana.

Arquitectura a la romana



NATIONAL GEOGRAPHIC Si los números romanos son tan inútiles para hacer cálculos, entonces ¿cómo es posible que los arquitectos y constructores del Imperio Romano se despacharan con estructuras tan fabulosas como el Panteón? Bueno, parece que la respuesta es muy sencilla: no hacían cálculos. "Sobreestimamos mucho la cantidad de cálculos numéricos que se usaban en la antigüedad", dice Trevor Hodge de la Universidad de Carleton, Canadá. Según este investigador, los romanos aplicaban una geometría muy simple para establecer las dimensiones de sus diseños. Luego, usaban compases y un escatillón para alinear los elementos arquitectónicos estética y proporcionalmente. Y a la hora de trabajar, se apoyaban en medidas de longitud estándar, basadas en trozos de cadenas o cuerdas.

Enfermedades en su escritorio

Oficinopatías

Por Sonia Lía Santoro *

Al hablar de contaminación es muy común pensar en los residuos tóxicos que emanan las grandes plantas industriales. Estudios que se vienen realizando desde los 80 en EE.UU. demostraron que hay mayor probabilidad de contacto con contaminantes peligrosos en lugares considerados inocuos como la casa, la oficina y los medios de transporte, que en fuentes consideradas peligrosas por la normativa ambiental, como fábricas, cementeras y altos hornos.

Esto se debe, en parte, a que una persona que vive en la ciudad pasa más del 90 por ciento de su tiempo en lugares cerrados y tiene mayor tiempo de exposición a las sustancias que allí habitan. (Ver tabla.)

La Argentina no es una excepción al respecto. Aquí las principales fuentes contaminantes en microclimas –espacios cubiertos– son: el humo del tabaco, los materiales de construcción y decoración, los alfombrados, los insecticidas, los gases de combustión y el polvo.

Según Carlos A. Gotelli, director del Centro de Investigaciones Toxicológicas, esta contaminación implica un disconfort, "un conjunto de síntomas totalmente inespecíficos que dan como resultado general una alteración en el estado de confort y una disminución de la calidad de vida." Algunos de esos síntomas son: sensación de malestar, ardor de ojos, mareos, cefaleas, decaimiento, irritabilidad.

Distribución promedio del tiempo semanal de un habitante urbano

Ambientes	Horas semanales	Porcentaje
Hogar	84 hs.	50%
Trabajo	45 hs.	27%
Otros interiores	16 hs.	9,5%
Viajes	12 hs.	7%
Aire libre	11 hs.	6,5%



El cigarrillo a la cabeza

De todas formas, tanto los investigadores norteamericanos como los argentinos coinciden en que el riesgo mayor lo representa el humo del cigarrillo, ya que tiene componentes cancerígenos. El doctor Gotelli explica que la combustión total de un solo cigarrillo genera, entre otras sustancias, tres componentes cancerígenos: alquitrán, entre 10 y 40 miligramos; dimetilnitrosamina, entre 10 y 70 microgramos; y Benzo Pireno, entre 20 y 40 microgramos (un microgramo es la milésima parte de un miligramo). De los cuales el 50 por ciento es retenido por el fumador y un 30 por ciento, por el fumador pasivo.

Por otra parte, un factor que se cobra vidas, principalmente en los inviernos, es la combustión incompleta emanada por estufas a kerosene, a leña e inclusive a gas, fundamentalmente en lugares sin ventilación.

El polvo es también un importante contaminante. En un trabajo realizado en Riverside, California, los niveles de partículas de 10 micrómetros (que pueden penetrar en los pulmones), observados a partir de las actividades de una persona en el hogar durante un día, superaron en un 60 por ciento lo esperado, según muestras de niveles de partículas realizadas con anterioridad en el ambiente.

Presente en todo microclima, el polvo encierra partículas invisibles pero nocivas, que se dividen en orgánicas e inorgánicas. El polvo orgánico está formado por restos vegetales y también por *aerosoles biógenos*, es decir, microorganismos que dan origen a patologías, generalmente bronquiales. El polvo inorgánico está formado por la tierra, la arena, etc. Además, hay elementos de alto riesgo que diariamente son usados sin discreción para la construcción o renovación de casas y para la extinción de insectos. Estos son los compuestos orgánicos volátiles y el formaldehído, que se encuentran en adhesivos, plastificantes, revestimientos, alfombras, pinturas, decorados. Y los pesticidas.

La ecologia en casa

Frente al planteo de este cúmulo de contaminantes domésticos, cabe preguntarse por una solución, ya que no es posible prohibir sustancias esenciales para la vida actual, como son los materiales de construcción, la calefacción o los insecticidas –un sitio aparte merece el humo del tabaco, fumar en lugares cerrados ya ha sido prohibido en muchos países–.

Por esa razón, es importante señalar que la exposición a sustancias contaminantes puede reducirse con sólo hacer modificaciones en la rutina diaria. Gotelli recomienda una buena ventilación de los ambientes para contrarrestar los efectos de los gases de combustión, solventes y materiales de construcción.

En cuanto a los pesticidas, si bien hay diferencias de criterio entre los especialistas, seguir las indicaciones del fabricante es el cuidado mínimo que se recomienda. El polvo debe ser removido con trapos húmedos o aspiradora, no con plumeros, que lo único que hacen es transportarlo de un lugar a otro. Además, hay que asegurar una limpieza constante de los filtros de los aire acondicionados porque retienen microorganismos y los diseminan en el ambiente.

Por último, según estudios de especialistas norteamericanos, una mayor información sobre las sustancias contaminantes y las fuentes aparentemente inocuas que las producen permitiría una toma de conciencia sobre el tema. Sin embargo, cabe dudar, al fin y al cabo los miles de paquetes que se venden a diario llevan una frase acerca de su riesgo que no parece amedrentar mucho a los fumadores de este país, que no sólo fuman en lugares abiertos.

** Nota elaborada en la cátedra de Periodismo Científico de la Facultad de Ciencias. Sociales (UBA).*



La muerte del universo




si bien es cierto que nadie tiene la bola de cristal, la mayoría de los astrónomos ya se están jugando unos cuantos boletitos al gran favorito.

Expansión eterna, tiempo infinito

Y el Oscar va para... el universo abierto. Las ultimas observaciones (que toman en cuenta distintas variables, como por ejemplo la luminosidad de las más lejanas supernovas) y los más flamantes modelos teóricos, refuerzan la sospecha de los últimos años: el universo no tiene, ni por asomo, la cantidad de materia suficiente como para frenarlo. O dicho de otra manera: la gravedad no le alcanzará para evitar la expansión eterna. En consecuencia, el espacio y el tiempo crecerán de la mano, infinitamente.

Con todo el tiempo del mundo a su disposición, el universo irá evolucionando tranquilamente, pasando por distintas etapas, como la actual, caracterizada por una rebosante población de decenas de miles de millones de galaxias, islas cósmicas que desbordan de estrellas de todas las clases y tamaños, muchas de ellas, seguramente, acompañadas por fieles planetas, como la Tierra, Marte o Saturno. Y como toda etapa, ésta alguna vez terminará: los astrónomos piensan que este universo, al menos tal como hoy lo conocemos, morirá algún día.

La agonia del Sistema Solar

El Sol dejará de brillar en algún momento. Los actuales modelos sobre la evolución estelar indican que dentro de 6 o 7 mil millones de años nuestra estrella habrá agotado todas las reservas de hidrógeno de su ardiente corazón. Y que a partir de entonces, irá convirtiéndose en una gigante roja: mientras su núcleo comienza a quemar helio, sus capas externas comenzarán a enfriarse, y a alejarse del centro. Así, se hinchará progresivamente, abarcando la órbita de Mercurio, luego la de Venus y, finalmente, la de la Tierra, que desde mucho tiempo antes será un lugar completamente estéril. Y claro, si aún existe la humanidad, ya habrá hecho las valijas, mudándose quién sabe adónde.

Marte y los demás planetas exteriores se salvarán del incendio, pero de todos modos quedarán condenados al frío y a la oscuridad eterna. Unos cientos de millones de años más tarde, todo lo que quedará del Sol será una enana blanca, un cuerpo del tamaño de nuestro planeta, pero muchísimo más denso, que irá enfriándose poco a poco. Y a su alrededor, una colosal cáscara de gas flotando a la deriva. Así, la otrora alegre y pasablemente ordenada comparsa del Sistema Solar quedará convertida en un fugaz cuadro dentro de la película cósmica.

Vidas estelares

Si el Sol muere, es lógico preguntarse qué les pasará a todas las demás estrellas. El repertorio de finales estelares es muy variado, pero de una u otra manera, y después de vidas más largas o más cortas, todas las estrellas se apagan. Contrariamente a lo que podría pensarse, las estrellas más grandes son las que menos viven: sus corazones queman hidrógeno a un ritmo arrollador, convirtiéndose en supergigantes rojas en apenas unos millones de años. Luego, pasarán por etapas sucesivas (y breves) hasta terminar como supernovas o agujeros negros. Así, dentro de decenas de millones de años, todas las estrellas gigantes que hoy existen habrán muerto. Muy distinta es la historia de las estrellas similares o más chicas que el Sol, que son la inmensa mayoría. Todas ellas continuarán viviendo durante los próximos miles de millones de años, mientras queman su hidrógeno a una velocidad muchísimo más moderada. Y luego, terminarán como nuestra estrella, convertidas en enanas blancas, que irán enfriándose lentamente.

Image Bank

Si el Sol muere, es lógico preguntarse qué les pasará a todas las demás estrellas. El repertorio de finales estelares es muy variado y después de vidas más largas o más cortas, todas las estrellas se apagan.

Dentro del rubro estrellas modestas, se encuentran las estrellas más abundantes y longevas del universo: las enanas rojas. Tienen entre un décimo y la mitad de la masa solar, pero son tantas que su masa combinada supera ampliamente a la de todas las demás estrellas. Como las enanas rojas son relativamente chicas, su presión interna es mucho menor que la de las demás estrellas. Y por lo tanto, convierten su hidrógeno en helio a un ritmo de cuentagotas: desde el punto de vista luminoso y energético, son verdaderas tacañas. Así, administrando su combustible nuclear de forma ultraconservadora, las enanas rojas pueden vivir muchísimo: dentro de cientos de miles de millones de años (decenas de veces la edad actual del universo) seguirán vivitas y coleando, mientras las demás estrellas de hoy en día hará rato que serán historia.

Nuevas generaciones

Pero nada es para siempre: cuando por fin agoten toda su provisión de hidrógeno, hasta las más modestas enanas rojas de hoy en día terminarán sus vidas como enanas blancas de helio de baja masa. Eso será dentro de unos 10 billones de años. Serán las últimas sobrevivientes del universo actual.

De todos modos, esto no quiere decir que para entonces el cosmos sólo esté poblado de agonizantes enanas rojas: en el camino, habrá sucesivas generaciones de otras estrellas (de todo tipo), que irán gestándose a partir de las grandes nubes de hidrógeno que flotan en las galaxias y de los restos gaseosos arrojados al espacio por sus antecesoras. Estrellas nuevas, sistemas planetarios nuevos, y muy posiblemente, formas de vida nuevas, que también tratarán de entender a su universo.

Aparecen las "mega-galaxias"

A medida que el universo vaya soplando velitas, continuará con su eterna expansión: cuando tenga un billón de años, será tan grande que dejaría en ridículo a su versión actual. Por entonces, comenzarán a hacer su aparición las mega-galaxias, una especie completamente desconocida hoy en día. Estas criaturas no son un simple delirio teórico, sino más bien la lógica consecuencia de lo que los astrónomos vienen constatando desde hace rato: los choques y fusiones entre las galaxias. Así por ejemplo, dentro de "apenas" 6 mil millones de años, la Vía Láctea tendrá un encuentro muy cercano con Andrómeda, su colosal vecina. Y es muy probable que, tarde o temprano, ambas terminen fusionadas. Progresivamente, y fuerza de gravedad mediante, todos los cúmulos de galaxias irán convirtiéndose en megagalaxias, agrupaciones amorfas y descomunales que modificarán notablemente el paisaje cósmico de los próximos billones de años.

Un universo a oscuras

El ciclo de formación, vida y muerte de las estrellas no puede ser eterno. Las galaxias (o mega-galaxias) sólo podrán generar nuevas estrellas siempre y cuando cuenten con suficientes cantidades de hidrógeno. Pero esas reservas se agotarán cuando el universo tenga cerca de 100 billones de años: entonces, ya no nacerán más estrellas hechas con materia "fresca" (hidrógeno). Y sólo se encenderán aquellas formadas a partir de gases reciclados (como el helio y el oxígeno), los restos de sus antecesoras. Sin embargo, el reciclado estelar tampoco puede ser eterno, porque cuando las concentraciones de gases como el oxígeno se hagan lo suficientemente significativas, ya no podrá encenderse ninguna estrella como la gente. Así, y de a poco, las mega-galaxias irán quedando superpobladas de restos estelares de toda calaña (enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros). En estas súper-islas agonizantes vivirá la última generación de estrellas, que finalmente se apagará. Por entonces, el universo tendrá 10 mil veces su edad actual: inimaginablemente inmenso, profundamente oscuro, pavorosamente frío y conmovedoramente desolado.

Con el correr de los billones de años, las galaxias moribundas comenzarán a desarmarse y dentro de ellas todos los sistemas planetarios. Ese desparramo general llenará el antiguamente vacío espacio intergaláctico.

Los últimos latidos

Después de esta primera muerte, vendrá una etapa de decadencia, gradual y constante. Será tan larga que, en comparación, toda la vida anterior del universo (cien billones de años, o 10^{14}) quedaría reducida a un suspiro. Con el correr de los billones de años, las galaxias moribundas comenzarán a desarmarse y dentro de ellas todos los sistemas planetarios. Ese desparramo general llenará el antiguamente vacío espacio intergaláctico. Y en medio de ese desorden, podrían ocurrir fenómenos aislados, fortuitos y fugaces, como por ejemplo estallidos de supernovas provocados por el choque de dos enanas blancas. Serían los únicos chispazos de luz que interrumpirían la oscuridad eterna.

Las últimas estimaciones que manejan los astrónomos indican que el proceso de desintegración de las galaxias habrá finalizado cuando el universo tenga más o menos 100 trillones de años (10^{20}). Y por entonces, casi todos los objetos estarán ampliamente desparramados, muertos y fríos, flotando en un espacio que seguirá creciendo por siempre. Casi todos, porque todavía quedarán los agujeros negros, los restos supermasivos y oscuros de extintas estrellas gigantes. Durante eones, estas bestias gravitatorias seguirán devorando toda la materia que esté a su alcance, vaciando gradualmente al espacio.

Epilogo: final abierto

Pero a los agujeros negros también les llegará su hora. Los agujeros negros más chicos se evaporarán cuando el reloj cósmico marque 10^{65} años, y los medianos (con masas equivalentes a un millón de estrellas) habrán desaparecido cuando el universo tenga 10^{83} años. Finalmente morirán los agujeros negros gigantes, aquellos tan masivos como una galaxia entera: eso ocurrirá cuando la edad del cosmos ronde los 10^{100} años. Por entonces, ya sin ningún tipo de actividad, el universo sólo será pura inmensidad en expansión. Y en ese estado, aunque es un poco arbitrario precisarlo, ya puede hablarse de una muerte más definitiva.

Este panorama sobre el futuro del universo es el que puede visualizarse desde el lugar donde hoy está parada la astronomía. Nadie puede estar seguro de su certeza, pero se apoya en las evidencias más nuevas y confiables, en observaciones meticulosas y en larguísimos análisis teóricos y matemáticos.

La imagen que brota es sin duda inquietante: un universo que se expandirá por siempre, con tiempo infinito, pero en el cual todo lo que hoy conocemos dejará de existir. Eterno y mortal al mismo tiempo. Paradójico y desconcertante. Y tal vez, inevitablemente destinado a borrar toda huella de existencia, sentido y conciencia.

Datos útiles

Supertelescopio japonés

SKY & TELESCOPE Los japoneses también quieren un supertelescopio y, por lo visto, casi lo tienen: el Observatorio Astronómico Nacional de Japón acaba de anunciar que ya está listo el gigantesco espejo que utilizará el Telescopio Subaru, un gigante que se instalará en la cima del monte Mauna Kea, en Hawaii. La colosal pieza óptica mide 8,3 metros, tiene un espesor de veinte centímetros, y pesa la friolera de 23 toneladas. Las distintas pruebas a las que ha sido sometido el espejo demuestran una típica perfección japonesa más que envidiable: los errores en su pulido son menores a los 12 nanómetros (12 millonésimas de milímetros). Ahora, el enorme disco de vidrio se encuentra en Pittsburg, Pennsylvania, pero en las próximas semanas será trasladado hasta Hawaii. Si todo marcha como está previsto, el Telescopio Subaru se inaugurará dentro de unos meses, y comenzará a explorar el universo (en luz visible e infrarroja) a partir de enero de 1999.

Un tapón muy especial

NewScientist La imaginación comercial de algunos da para cualquier cosa: muy pronto, una compañía británica lanzará a la venta un tapón para bañaderas que "avisa" cuándo la temperatura del agua es la ideal como para meterse. A simple vista, el flamante chiche, diseñado por la Advanced Design Engineering de Londres, no parece nada del otro mundo. Sin embargo, está especialmente concebido para evitar sorpresas desagradables a la hora de tomar un baño de inmersión: el taponcito inglés lleva incrustadas unas ventanitas de cristal líquido que actúan como señales indicadoras. Así, cuando el agua de la bañadera está muy caliente, se pone rojo, y cuando esta muy fría, se pone azul. Ahora bien, cuando el tapón térmico considera que el agua esta bien a punto, se lo anuncia al bañista mediante un simpático color verde claro. Evidentemente, estamos en presencia de una genial y revolucionaria creación de la mente humana.

Arquitectura a la romana



NATIONAL GEOGRAPHIC Si los números romanos son tan inútiles para hacer cálculos, entonces ¿cómo es posible que los arquitectos y constructores del Imperio Romano se despacharan con estructuras tan fabulosas como el Panteón? Bueno, parece que la respuesta es muy sencilla: no hacían cálculos. "Sobreestimamos mucho la cantidad de cálculos numéricos que se usaban en la antigüedad", dice Trevor Hodge de la Universidad de Carleton, Canadá. Según este investigador, los romanos aplicaban una geometría muy simple para establecer las dimensiones de sus diseños. Luego, usaban compases y un escatillón para alinear los elementos arquitectónicos estética y proporcionalmente. Y a la hora de trabajar, se apoyaban en medidas de longitud estándar, basadas en trozos de cadenas o cuerdas.

LIBROS

El crecimiento de la mente

Stanley I. Greenspan
Paidós, 391 págs.

La dicotomía razón-sensación gobierna la historia del pensamiento. Los que creen que es una distinción sin sentido u obsoleta encontrarán en el libro de Stanley I. Greenspan nuevos fundamentos extraídos a partir de la psiquiatría y la pedagogía. El autor –profesor de Psiquiatría Clínica, Ciencias de la Conducta y Pediatría en la George Washington University Medical School– sostiene básicamente que el desarrollo de la inteligencia temprana en los niños no depende, como clásicamente se creyó, de la estimulación cognitiva, sino de específicas estimulaciones emocionales tempranas. A partir de la neurología se traza un vínculo con el desarrollo de la inteligencia fomentado en el plano emocional. A la vez sostiene que las nuevas formas de crianza propiciadas por el devenir de la vida posmoderna amenazan seriamente la posibilidad de esta estimulación emocional temprana. Al respecto, el autor pone en paralelo el desarrollo del niño y el de la sociedad mostrando cómo esta última puede acabar con su recurso más preciado: la mente humana.

AGENDA

"Bolsa de Becas"
En la dirección *http://www.agencia.secyt.gov.ar/becas.htm* comenzó a funcionar una bolsa de becas. Allí se anuncian concursos de becas (formación, posgrado, posdoctorado) que serán otorgadas, por las Instituciones Beneficiarias, a partir de subsidios de la Agencia (PICT, PID). Todos los internautas interesados en ser también becados, a no perder tiempo.

"A limpiar el mundo 1998"
La Fundación Vida Silvestre Argentina invita a ciudadanos inquietos, de todas las edades y los rincones del país a sumarse a la Campaña internacional "A limpiar el mundo" que, desde hace 6 años, ayuda a la concientización sobre un tema que impacta directamente en la calidad de vida de las personas y el cuidado del medio ambiente: la basura. En Buenos Aires, el 27 de agosto comunidades de todos los rincones del planeta, y entre ellas nuestro país, participarán del sexto evento anual de "A limpiar el mundo", una campaña internacional de limpieza ambiental que se celebrará durante el fin de semana del 18 al 20 de septiembre próximos. Informes al 331-3631, o al info@vidasilvestre.org

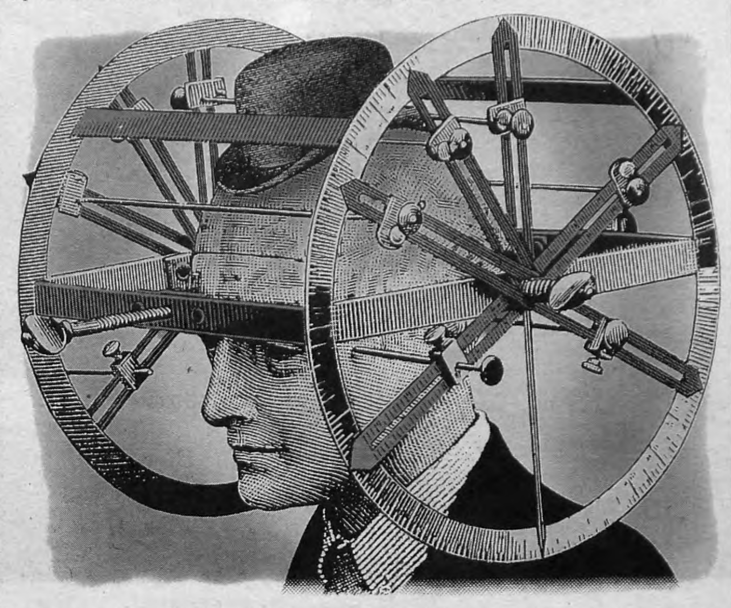
XXXI Congreso mundial de cirujanos
Entre el 15 y el 19 de noviembre se realizará en el Sheraton de Buenos Aires el XXXI Congreso Mundial del Colegio Internacional de Cirujanos. Habrá más de 100 expositores extranjeros y un total de 162 sesiones y se presentarán 250 trabajos de todas las especialidades quirúrgicas. El Congreso estará presidido por el doctor Ricardo Almasqué Dedeu. Informes al 342-3283/16 o el e-mail conginte@mbox.servicenet.com.ar

Opinión

Lo primero es lo urgente

por Andrés E. Carrasco *

El diseño de una política de Estado para la ciencia y la tecnología, por un lado requiere establecer una base de normas y/o reglas que confronten la fragmentación, que inducidas por las dinámicas corporativas afirmaron la degradación de las instituciones de promoción, en particular el CONICET. Por otro, debe contener la voluntad política sincera de cambiar una determinada relación de poder, para no quedarse en emprolijar lo existente. De esto se deduce que no es suficiente la formulación de un conjunto de medidas técnico-administrativas o instrumentales, ni la mera satisfacción de lo reivindicativo. Una política científico-tecnológica y su correspondiente formulación institucional necesita de profundos cambios en el seno de la comunidad científica argentina, que reconcilien la creación del conocimiento con el bien común, enfrente el desafío de la originalidad e internalice la centralidad de la transparencia en los métodos de evaluación. El debut de la flamante Agencia de Promoción para la Ciencia y la Tecnología ha demostrado que estamos todavía muy lejos de estos objetivos. La prolijidad y eficiencia del sistema planteado por la Agencia no fue suficiente para evitar los crónicos conflictos de interés y arbitrariedades manifiestas, producto de la degradación de la evaluación académica. Entre las causas de la misma, no es ajena la mora existente en la democratización de las instituciones de promoción científica donde el clientelismo y otras formas de apropiación de lo público en beneficio de intereses particulares y/o grupales determinan zonas oscuras del poder decisorio. Esto sucede sin control de la sociedad, con un estado nacional en retirada y sin mecanismos de control horizontal entre sus diversas instancias. Es en esta ambigüedad institucional donde coexisten reglas formales con lógicas informales de acumulación de poder y prebendas. En este contexto los resultados de la evaluación de la Agencia podrían ser legales pero son sin discusión ilegítimos y por lo tanto rechazables porque han violado no sólo reglas académicas, sino los principios de equidad y justicia. Es necesario recordar que en la promoción científica, la evaluación es el corazón del sistema porque determina la distribución de los recursos. Quien hegemonice su control adquiere un poder que le permite decidir sobre científicos y el futuro de los proyectos. Al margen de la responsabilidad de los funcionarios políticos y su eventual complicidad con situaciones anómalas el sistema de evaluación (tanto el CONICET como ahora el FONCYT) han sido "operados" por grupos de científicos "progresistas" que visualizan la actividad científica como herramienta de acumulación de poder político-institucional. Estos grupos se autorreferencian de la misma manera que en el pasado cercano lo hicieron otros sectores ideológicamente opuestos. Exegetas de la "excelencia" (es decir ellos mismos) exhiben una suerte de impune jacobinismo, que garantizado por el anonimato de la evaluación dispara sobre el valor de lo institucional. Además, como son hábilmente promovidos como los hijos pródigos de los vientos globalizadores, se sienten destinados a ser próxima conducción política del sector científico. Por eso, el desafío de pensar un sistema científico argentino requiere una inmediata y enérgica restauración de un sistema de evaluación equitativo, público y no confidencial con garantía de independencia y que incorpore una valoración primordial de la originalidad en los proyectos científicos, hoy erosionada por la falta de recursos pero también por la autocomplacencia. Y que a su vez, sin olvidar los creativos aspectos lúdicos y culturales de la ciencia, también reconozca la centralidad del conocimiento como bien público producto de una inversión social. Premisa que sólo puede ser asegurada con un papel protagónico del Estado nacional, el principal financiador de la ciencia en la Argentina. Porque si hay algo que en el futuro la "aldea global" no permitirá, es la globalización del conocimiento y de sus herramientas para crearlo como la forma posmoderna de la dependencia. Un debate profundo de la transformación y adecuación de políticas organizativas y planificadoras tiene como requisito previo consensuar la transparencia en la administración y evaluación de la promoción científica. De nada valen nuevas formas organizativas de la promoción científico-tecnológica si previamente no hay un profundo compromiso de todos los actores.



** Investigador del CONICET.*
Asesor de la Comisión de Ciencia y Tecnología.
Cámara de Diputados.

Cartas de lectores

Ecos de la "Ciencia y Dios"

(En referencia a la producción "La ciencia y Dios" del sábado pasado. Lamentablemente no pudimos incluir la poesía adjunta.)

Señores de **Futuro**

He leído con mucho interés las notas y entrevistas sobre la existencia de Dios de los últimos suplementos. Pienso que hay un tema que no han tocado y es el de la discriminación que sufren los niños ateos en medios creyentes. Que es un reflejo del tabú pequeñoburgués de que no creer en Dios es ser medio animal. Bueno, aunque pueda parecer anticuado, ustedes saben que en muchos lugares es así. Yo incluso tengo alumnos, en la Universidad, que no tienen idea del tema y hasta se sorprendieron cuando les dije que el Papa había conciliado la teoría darwinista con la creencia en Dios. Lo vieron como una herejía del Papa. Es que, como dice el dicho, hay muchos que son más papistas que el Papa. Además les envío adjunto un poema que escribí sobre el ateísmo (la poesía es otra forma de conocimiento, además de la ciencia y la religión, como lo plantean ustedes) y los saludo amistosamente. Espero que sigan produciendo sobre este tema, que es la base, imagino, de todos los demás.

Suerte

Juan López

Homenaje a Emilio Antonio Maury

El 29 de junio moría uno de los más destacados entomólogos y seguramente el mayor especialista en escorpiones de nuestro país: Emilio A. Maury.

Nacido en Buenos Aires el 25 de junio de 1940, se recibió de médico veterinario en 1967, consagrando su vida al estudio de la biología de los escorpiones y también de las arañas, en especial a los chaqueños, cuyanos, patagónicos y los de las serranías bonaerenses.

Desde 1965 inició su relación con la institución a la que dedicó su vida: el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Fue allí donde se desempeñó como investigador titular, llegando a jefe de la Sección Aracnología en 1976. Desde allí desarrolló varias becas que le otorgó el CONICET sobre sistemática y biología de escorpiones argentinos y neotropicales. Esa labor le valió en 1972 que se le otorgara el Premio Angel Gallardo de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Fue miembro, asesor científico o corresponsal de distintas instituciones y revistas especializadas, como la Asociación Argentina de Ciencias Naturales, el Centre International de Documentation Arachnologique (París), el Centro de Identificaçao de Fauna Urbana (CIFURB, Brasil) y las revistas *Aracnología* (Montevideo), *Iheringia* (Brasil) y *The Journal of Arachnology* (Estados Unidos).

Su producción científica alcanzó más de 80 trabajos, tomando como eje de estudio no sólo a las arañas y escorpiones argentinos, sino también a los de Uruguay, Paraguay, Brasil, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador. Ha descripto cerca de 15 especies nuevas de arañas y unas 10 de escorpiones. Ha publicado también la "Lista de los escorpiones conocidos del Paraguay" y la "Guía para la identificación de los escorpiones de la provincia de Buenos Aires", la primera en su tipo.

Pero más allá de los trabajos presentados en los congresos internacionales y sus aportes para conocer las arañas y escorpiones, Emilio Maury ha dejado el cálido recuerdo de una persona sensible, que supo buscar un camino común entre la ciencia y la divulgación. De hecho, poco antes de dejarnos, escribió un artículo para la Revista del Museo de Ciencias Naturales Francisco P. Moreno de La Plata –donde supo conjugar su hobby, la filatelia, con su profesión–. Y con esa colección de estampillas de escorpiones del mundo y sus consejos sobre "escorpionismo" es que lo recordaremos siempre quienes tuvimos el grato honor de conocerlo.

Claudio Bertonatti